



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 00 935 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 16 H 57/00**  
F 16 H 55/18  
// F 16 D 23/04

②1 Aktenzeichen: 195 00 935.5  
②2 Anmeldetag: 16. 1. 95  
④3 Offenlegungstag: 20. 7. 95

DE 195 00 935 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
14.01.94 DE 44 00 873.2

⑦1 Anmelder:  
Institut für Maschinenelemente Universität  
Stuttgart, 70569 Stuttgart, DE

⑦4 Vertreter:  
Dreiss und Kollegen, 70188 Stuttgart

⑦2 Erfinder:  
Lang, Claus-Hermann, Dipl.-Ing., 88213 Ravensburg,  
DE; Lechner, Gisbert, Prof. Dr.-Ing., 71032 Böblingen,  
DE

⑤4 Bauteilpaarung

⑤7 Bei einer Bauteilpaarung, wobei die beiden Bauteile axial und/oder radial zueinander bewegbar sind, sind die einander zugewandten axialen oder radialen Stirnseiten der beiden Bauteile jeweils mit einer codierten Magnetisierung versehen, wodurch sich die beiden Bauteile anziehen oder abstoßen.

DE 195 00 935 A 1

Die Erfindung betrifft eine Bauteilpaarung, wobei die beiden Bauteile axial und/oder radial zueinander bewegbar sind und Teile eines Getriebes, eines Motors, einer Kupplung oder eines anderen Aggregats sind, und die einander zugewandten axialen oder radialen Seiten der beiden Bauteile jeweils eine Magnetisierung aufweisen und die Teile durch Magnetkraft angezogen werden.

Derartige Bauteilpaarungen befinden sich insbesondere in kraftübertragenden Vorrichtungen, wie Getriebe oder dgl. Getriebe als Bestandteil von Antriebselementen sind hinreichend bekannt. Ihre Aufgabe ist es, Leistungen und Momente in Form von Drehbewegungen von einer Welle auf eine zweite zu übertragen. Dabei wird angestrebt, daß die Gleichförmigkeit der Drehbewegung erhalten bleibt, um unerwünschte Beschleunigungen, Verzögerungen und Massenkkräfte zu vermeiden. Die in das Getriebe eingeleiteten Drehmomente und Winkelgeschwindigkeiten sind aber in der Regel nicht gleichförmig. Ferner schwanken die Leistungsanforderungen an der Abtriebswelle. Die Aufgabe des Getriebes besteht darin, trotz der Ungleichförmigkeit eine Drehzahl- und Drehmomentübersetzung und -angleichung zu bewirken.

Insbesondere bei im mobilen Einsatz sich befindenden Getrieben, z. B. in einem Kraftfahrzeug, sind die Ungleichförmigkeiten auf der Abtriebswelle besonders hoch und es wechseln die Leistungs- und Momentenanforderungen auf der Abtriebsseite permanent. Dies führt dazu, daß auch moderne Getriebe Klapper- und Rasselgeräusche verursachen, was einerseits störend ist, andererseits die einzelnen Bauteile des Getriebes früher verschleiben läßt. Insbesondere das in letzter Zeit verstärkt eingesetzte moderne Motormanagement zur Steuerung von Emission und Kraftstoffverbrauch führt zu einem ungleichförmigen Lauf des Motors, wodurch die Klapper- und Rasselerscheinungen weiter verstärkt werden, indem die einzelnen, einander zugeordneten Bauteile des Getriebes im Rahmen ihres fertigungs- oder funktionsbedingten Spiels aneinander anschlagen. Dies sind z. B. die Stirnflächen von Wellen oder Zahnräder, die an andere Bauteile oder an die Innenseite des Getriebegehäuses auflaufen.

Aus der DE-GM 75 11 229 ist ein in einem Gehäuse gelagerter Rotor bekannt geworden, dessen Welle über Magnete radial und axial gelagert ist. Zwar bieten die Magnete den Vorteil einer reibungsfreien Lagerung, jedoch unterdrücken sie nur bedingt Schwingungen des Rotors.

Weitere Getriebe oder andere Bauteilpaarungen mit Magneten sind bekannt aus DE 34 46 211 A1, DE-PS 9 28 135, DE 39 27 776 A1 und DE 38 37 845 A1.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Getriebe bereitzustellen, bei dem auf einfache Weise und ohne Wirkungsgradverluste die Klapper- und Rasselerscheinungen sowie Schwingungen von Losteilen reduziert oder unterdrückt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Magnetisierung von einem oder mehreren codierten Magneten gebildet wird, und die Codierungen der beiden Bauteile komplementär zueinander sind.

Die Erfindung sieht vor, daß die einander zugeordneten, insbesondere lastlosen Bauteile, z. B. Wellen, Zahnräder oder Synchronringe durch Magnetkraft nicht nur angezogen sondern auch zentriert oder ausgerichtet werden. Insbesondere bei schrägverzahnten Rädern, bei denen Winkelbeschleunigungen bzw. -verzögerungen

zu einem axialen Versatz des Zahnrads bzw. der das Zahnrad tragenden Welle führen, wird aufgrund der Magnetkraft die Stirnseite des Zahnrads bzw. der Welle permanent in einer bestimmten Position zum benachbarten Bauteil gehalten. Hierdurch werden folgende Vorteile erzielt:

Da die Bauteile in eine bestimmte Position gezwungen werden, kann kein Körperschall angefacht oder übertragen werden. Außerdem wird aufgrund der reduzierten stirnseitigen Stöße der beiden Bauteile der Verschleiß verringert und es werden insbesondere die Axial-schwingungen gedämpft. Die Bauteile nehmen bevorzugt eine zentrierte Stellung ein.

Da die Relativbewegungen der Bauteile in axialer Richtung vermindert sind, ändert sich die Weite des stirnseitigen Ölspalts zwischen diesen beiden Bauteilen nur unwesentlich, so daß kein Öl aus dem Spalt ausgepreßt wird und die Schmierung und Kühlung nahezu unverändert aufrecht erhalten bleibt. Bei schrägverzahnten Zahnrädern verhindert die axiale Anziehung wirkungsvoll das Verdrehflankenspiel. Es wurde festgestellt, daß der Wirkungsgrad eines Getriebes mit derartigen Bauteilpaarungen höher ist und die Lebensdauer zunimmt. Schließlich ist eine derartige Axiallagerung von Wellen äußerst preiswert, leicht und besteht nur aus einer geringen Anzahl von Bauteilen.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf in einem Getriebe angeordnete Bauteilpaarungen, sondern umfaßt auch solche, die in einem Motor, einer Kupplung oder einem anderen Aggregat angeordnet sein können. Diese Aggregate können in stationären Anlagen wie Pumpen u. dgl. oder in mobilen Anlagen wie Schiffen, Nutzkraftwagen, Motorräder, Personenkraftwagen usw. vorgesehen sein.

Die Codierung der Magnete bzw. die Anordnung der Magnete derart, daß sie eine Codierung ergeben, hat den wesentlichen Vorteil, daß sich die beiden Bauteile nicht nur verstärkt anziehen, sondern daß sie aufgrund der Codierung auch zentriert werden. Bei in radialer Richtung gesehener nebeneinander liegender Anordnung der Magnete bewirkt die Codierung eine radiale und axiale Zentrierung. Dabei kann die Codierung von zwei oder mehreren ineinander geschobenen coaxialen Ringmagneten gebildet werden. Die Ringmagnete sind unterschiedlich polarisiert, so daß an der freien Stirnseite ein Muster mit abwechselnden Nord- und Südpolen aus konzentrischen Kreisen oder Kreissektoren entsteht. Dieser Anordnung liegt eine entsprechende Anordnung mit komplementärem Muster gegenüber.

Die Codierung kann auch von zwei oder mehreren nebeneinander gesetzten coaxialen, in der Regel gleich großen Ringmagneten oder Ringabschnitten gebildet werden. In diese Ringmagnete können dann Rund- oder Ringmagnete mit entsprechend kleineren Abmessungen eingeschoben werden, die ein komplementäres Muster bilden. Diese Kombination erlaubt nicht nur eine spielfreie Lagerung eines Bauteils auf einer Welle in radialer Richtung sondern bewirkt auch eine Zentrierung in axialer Richtung.

Es können entweder geschlossene Ringmagnete verwendet werden oder, falls erforderlich, Abschnitte dieser Magnete, z. B. sektorförmige Abschnitte.

Die Bauteile können ein Zahnrad, ein Synchronring, eine Schiebe- oder Schaltmuffe, eine Welle o. dgl. und jeweils das zugehörige Element sein. So können z. B. die Stirnseiten von Zahnrädern oder Wellen und die gegenüberliegenden, zugeordneten Bauteile jeweils mit ungleichen Polen, d. h. dem Südpol oder dem Nordpol,

versehen sein.

Bevorzugt sind zur Erzeugung der Magnetkraft permanentmagnetische, elektromagnetische und/oder elektrische Elemente vorgesehen. Abhängig von den zu erwartenden Axialschwingungen kann die Magnetkraft entweder durch einen Permanentmagneten zur Verfügung gestellt werden oder z. B. durch eine Magnetspule, wobei Permanentmagnete den Vorteil aufweisen, daß sie die Magnetkraft ohne Energiezufuhr bereitstellen, so daß Getriebe mit Permanentmagneten ein weites Einsatzgebiet finden. Magnetspulen weisen den Vorteil auf, daß mit ihnen auf einfache Weise die Magnetkraft in Abhängigkeit von Betriebsbedingungen steuer- oder regelbar ist, z. B. nur bei nichtgeschalteten Gängen, oder daß die Kraft drehzahlabhängig ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, daß das permanentmagnetische Element ein kunststoffgebundener Magnet ist, bei dem die magnetischen oder magnetisierbaren Partikel oder Elemente in eine Kunststoffmatrix eingebunden sind. Der magnetische bzw. magnetisierbare Werkstoff ist z. B. eine Neodym-Eisen-Bohr-Verbindung oder eine Samarium-Kobalt-Verbindung oder ein anderer, insbesondere gesinterter Werkstoff. Dabei wird der magnetische bzw. magnetisierbare Werkstoff als Auflage z. B. in Form einer Scheibe, eines Ringes oder in Form eines oder mehrerer Teile hiervon auf die einander zugewandten Stirnseiten der Bauteile aufgebracht. Dies erfolgt z. B. durch Aufspritzen, Aufnieten, Aufklipsen oder Aufkleben. Dabei kann die Auflage lösbar oder unlösbar befestigt sein. Vorteilhaft werden die magnetisierbaren Partikel erst unmittelbar vor der Endmontage des Aggregats magnetisiert, so daß sich keine ferromagnetischen Fremdkörper an den magnetischen Stellen ansammeln können.

Bei einer Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Auflage auf bereits im Handel befindliche Bauteile nachträglich, z. B. im Zuge einer Nachrüstung, aufbringbar ist. Auf diese Weise können z. B. Getriebe, die bereits im Einsatz sind, umgerüstet werden, wodurch ihr Geräuschpegel gesenkt und ihre Lebensdauer verlängert werden kann. Das Axialspiel ist problemlos einstellbar.

Von Vorteil hat sich das geringe Gewicht der Auflage, die nur wenige Gramm wiegt, erwiesen. Außerdem sind die geringen Kosten für die Auflage bemerkenswert.

Bevorzugt weist die Auflage den Querschnitt des Bauteils auf, d. h. bei einem Zahnrad ein Zahnprofil und bei Wellen den Wellenquerschnitt. Die Auflage kann an ihrem äußeren Rand bündig mit dem Bauteil abschließen oder einen Abstand zu diesem aufweisen. Je nach Einsatzbedingungen wird die optimale Form gewählt.

Bei einer Variante ist vorgesehen, daß die Anlage in die entsprechende Stirnseite des Bauteils eingebettet bzw. versenkt ist.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung mehrere Ausführungsbeispiele im einzelnen dargestellt sind. Dabei zeigen:

Fig. 1 und 2 jeweils einen Ausschnitt aus einem Längsschnitt verschiedener Ausführungsformen durch ein Getriebe, ein Wellenende mit einem das Wellenende übergreifenden Abschlußdeckel zeigen;

Fig. 3 einen Längsschnitt durch ein auf einer Welle angeordnetes Losrad mit Synchronring und Synchronkörper;

Fig. 4 einen Ausschnitt des Schnitts IV gemäß Fig. 3; und

Fig. 5 den Schnitt V-V gemäß Fig. 4 durch den Synchronring.

Die Fig. 1 und 2 zeigen im Längsschnitt ein stirnseitiges Ende 1 einer Welle 2, z. B. einer Vorlegewelle, die über ein Wälzlager 3 z. B. in einem Getriebegehäuse 4 gelagert ist. Das stirnseitige Ende 1 ist von einem Verschlußdeckel 5 übergriffen, so daß auf diese Weise die Welle 2 über das Wälzlager 3 in ihrem Axialspiel eingestellt werden kann. Aus Fig. 1 ist erkennbar, daß das stirnseitige Ende 1 mit einer Auflage 6 versehen ist, wobei die Auflage 6 von konzentrischen Ringen 7 und 8 gebildet wird. Diese konzentrischen Ringe 7 und 8 sind als Magnete ausgebildet. Entsprechend ist der Verschlußdeckel 5 mit zwei Ringmagneten 9 und 10 versehen, die in eine entsprechende Aufnahme 11 eingesetzt sind. Dabei sind die Ringe 9 und 10 derart angeordnet, daß der Südpol des Ringes 9 dem Nordpol des Ringes 7 und der Nordpol des Ringes 10 dem Südpol des Ringes 8 gegenüberliegen. Auf den Ring 7 kann außerdem ein Stahlring bzw. ein Ring 12 aus einem ferromagnetischen Material aufgesetzt sein, um die Feldlinien des Ringes 7 zu bündeln (Fig. 2). Bei der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Anordnung der Ringe 7 bis 10 werden anziehende Kräfte erzeugt, die zwischen dem Verschlußdeckel 5 und der Welle 2 wirken.

Die aus den Ringen 7 bis 10 bestehende Magnetanordnung bildet außerdem eine Codierung, da sich jeweils die Nord- und Südpole der Ringe 7 bis 10 gegenüberliegen und anziehen. Ein axialer Versatz von Welle 2 und Verschlußdeckel 5 wird auf diese Weise stark vermindert, da die Codierung eine zentrierende Wirkung auf die Welle 2 ausübt. Die axiale Anziehung bewirkt, daß ein eventuelles Axialspiel der Welle 2 ausgeglichen wird und die Welle 2 permanent axial auf ein entsprechendes Lager aufläuft. Auf diese Weise wird verhindert, daß Körperschall angefacht wird.

Der Ring 12 oder die Auflage 6 kann auch so ausgebildet sein, daß er bzw. sie für eine stirnseitige, kopfseitige oder nabenseitige Abdichtung eingesetzt werden kann, indem am Ring 12 bzw. der Auflage 6 der entsprechende Dichtring bzw. die entsprechende Dichtung befestigt wird. Auf diese Weise kann auch die Möglichkeit des Clean-bearing-Prinzips geschaffen werden, indem das Lager 3 aus dem Getriebeinnerraum herausgenommen wird. Dieses Lager 3 kann dann mit einer Lebensdauer-schmierung, z. B. einer Fettfüllung, versehen sein. Der Vorteil dieses Prinzips liegt u. a. in einem höheren Schleppmoment im Nabebereich sowie einer erhöhten Lebensdauer des Lagers 3.

In der Fig. 3 ist der obere Teil eines Längsschnitts durch ein auf der Welle 2 angeordnetes Zahnrad 13 dargestellt, welches ein Losrad ist und z. B. über ein als Nadellager ausgebildetes Wälzlager 3 auf der Welle gelagert ist. Auf der Welle 2 sitzen außerdem ein Bund 14 und ein Synchronkörper 15, der einen Synchronring 16 trägt. Auf dem Synchronkörper 15 ist eine Schiebemuffe 17 axial verschieblich gelagert. Bei diesem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die vom Zahnrad 13 abgewandte Stirnseite 18 des Synchronringnocksens 19 mit zwei sektorförmigen Magneten 7 und 8 bestückt, denen zwei sektorförmige Magnete 9 und 10, die an der dem Synchronring 16 zugewandten Stirnseite eines Steges 20 des Synchronkörpers 15 vorgesehen sind. Die sektorförmigen Magnete 7 bis 10 bilden auch hier eine Codierung, die bewirkt, daß der Synchronring 16 an den Synchronkörper 15 angezogen wird und außerdem gegenüber dem Synchronkörper 15 koaxial ausgerichtet wird. Bei dieser Anordnung liegen die einzelnen Pole

der Magnete 7 bis 10 radial übereinander.

Bei einer anderen Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Pole der Magnete 7 bis 10 nicht radial übereinander sondern in Umfangsrichtung gesehen nebeneinander liegen, wobei auch hier einem Nordpol ein Südpol gegenüberliegt. Bei dieser Anordnung wird ebenfalls eine in axialer Richtung geschehene Anziehung des Synchronrings 16 zum Synchronkörper 15 erreicht, wobei zusätzlich der Synchronring 16 in Umfangsrichtung zentriert wird. Bei geeigneter Anordnung der Magnete 9 und 10 innerhalb der den Synchronringnocken 19 aufnehmenden Aussparung 21 am Umfang des Synchronkörpers 15, wird der Synchronringnocken 19 bevorzugt in der Mitte der Aussparung 21 gehalten.

Selbstverständlich kann die Codierung auch von mehr als zwei Magneten gebildet werden, die zudem unterschiedliche Dicken bzw. Breiten aufweisen können.

Die Magnete 7 bis 10 werden bevorzugt in Form einer Auflage 6 auf den Synchronringnocken 19 bzw. den Steg 20 aufgebracht. Die Auflage 6 kann ein Film, ein Lack o. dgl. sein, wobei die Dicke weniger als 1 mm, z. B. 0,1 mm betragen kann.

Vorteilhaft besteht die Auflage 6 aus einer Kunststoffmatrix mit darin verteilt enthaltenen magnetischen Teilchen. Es können aber auch, wie in der Zeichnung dargestellt, Magnete verwendet werden, die in einen Isolator 22 eingebettet sind. Der Isolator 22 schützt die Magnete vor magnetischem Kurzschluß. Er besteht aus einem Kunststoff, Aluminium oder allgemein aus einem Material, welches nicht Weicheisen (bzw. ferromagnetisch) ist.

Bei der Ausführungsform der Fig. 4 liegen die beiden Magnete 7 und 8 in Umfangsrichtung gesehen nebeneinander und die Magnete 9 und 10 befinden sich den Magneten 7 und 8 radial gegenüber am Grund der Aussparung 21. Bei dieser Anordnung wird einerseits eine radiale Zentrierung des Synchronrings 16 gegenüber dem Synchronkörper 15 erzielt und der Synchronringnocken 19 wird im mittleren Bereich der Aussparung 19 gehalten.

Der in Fig. 5 dargestellte Schnitt V-V durch den Nocken 19 des Synchronrings 16 zeigt deutlich die Ausgestaltung des Magneten 7 als Auflage 6. Bei anderen Ausgestaltungen kann anstelle einer vollständigen Überdeckung der Stirnseite des Nockens 19 diese auch nur teilweise mit einem Magneten versehen sein.

#### Patentansprüche

1. Bauteilpaarung, wobei die beiden Bauteile axial und/oder radial zueinander bewegbar sind und Teile eines Getriebes, eines Motors, einer Kupplung oder eines anderen Aggregats sind, und die einander zugewandten axialen oder radialen Seiten (14, 19) der beiden Bauteile (18, 25, 26) jeweils eine Magnetisierung aufweisen und die Teile durch Magnetkraft angezogen werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetisierung von einem oder mehreren codierten Magneten gebildet wird, und die Codierungen der beiden Bauteile komplementär zueinander sind.
2. Bauteilpaarung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Codierung von zwei oder mehreren ineinander geschobenen coaxialen Ringmagneten gebildet wird.
3. Bauteilpaarung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Codierung von zwei oder

mehreren nebeneinander gesetzten coaxialen Ringmagneten oder Abschnitten davon gebildet wird.

4. Bauteilpaarung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Bauteile ein Zahnrad (13, 21), ein Synchronring, eine Schiebe- oder Schaltmuffe, eine Welle (2) o. dgl. ist.

5. Bauteilpaarung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die einander zugewandten Stirnseiten der Bauteile eine Auflage (6, 16, 22) mit einem magnetischen oder magnetisierbaren Werkstoff aufweisen.

6. Bauteilpaarung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflage als Scheibe oder Ring (7 bis 10, 15, 17, 23, 32) oder in Form eines oder mehrere Teile hiervon ausgebildet ist.

7. Bauteilpaarung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflage aufgeklebt, aufgespritzt, aufgenietet, aufgeschraubt, eingebettet o. dgl. lösbar oder unlösbar mit dem jeweiligen Bauteil verbunden ist.

8. Bauteilpaarung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflage als nachrüstbares Element ausgebildet ist.

9. Bauteilpaarung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt der Auflage dem Querschnitt des Bauteils entspricht, auf dem es angeordnet ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



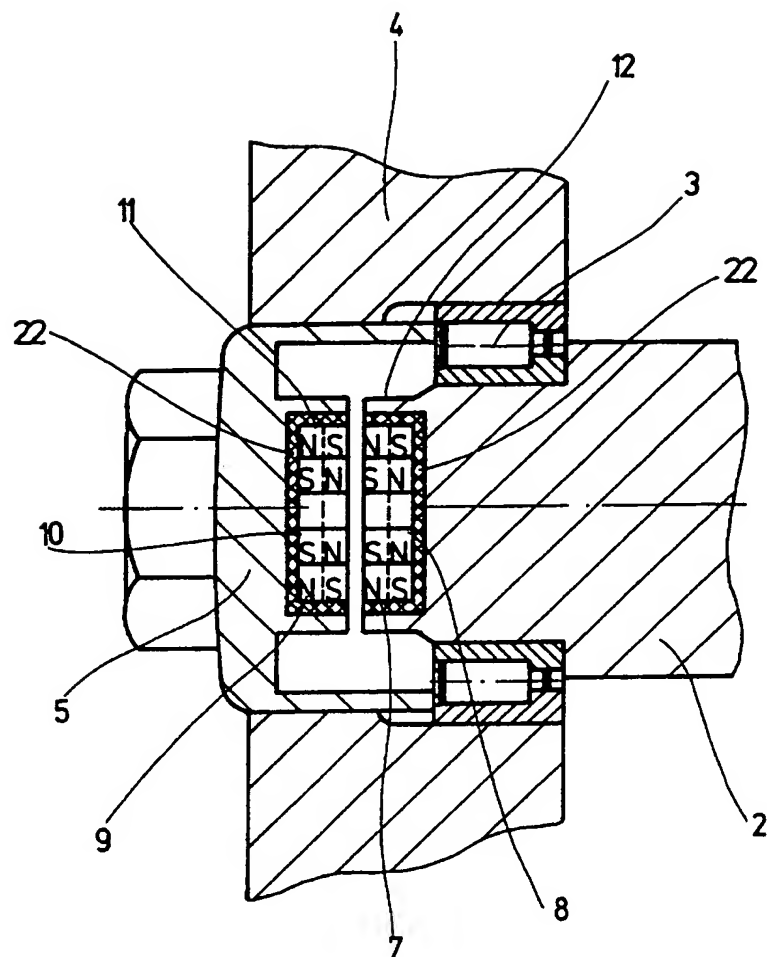


Fig. 2

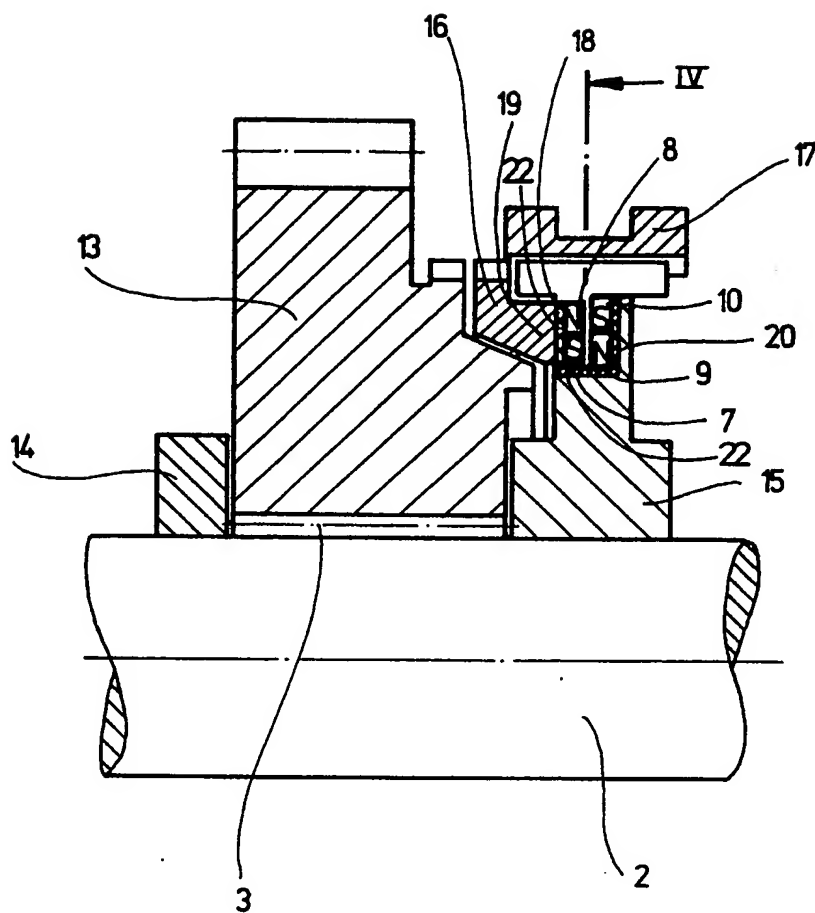


Fig. 3

